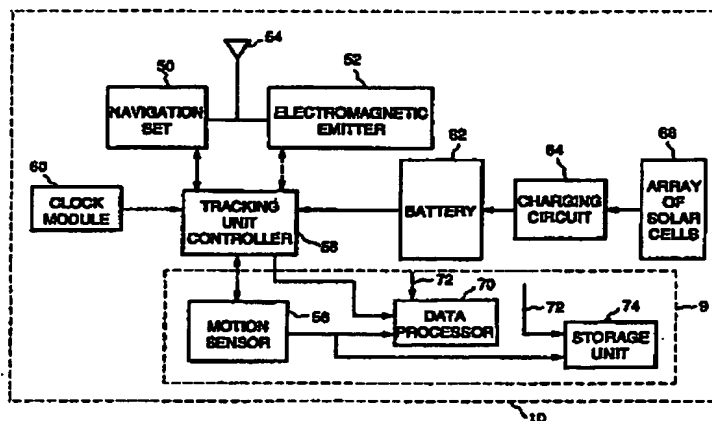


PCTWORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification ⁶ : H04B 7/185, G01S 5/02	A1	(11) International Publication Number: WO 95/31053 (43) International Publication Date: 16 November 1995 (16.11.95)
(21) International Application Number: PCT/US95/05620 (22) International Filing Date: 5 May 1995 (05.05.95) (30) Priority Data: 08/238,772 5 May 1994 (05.05.94) US (71) Applicant: GENERAL ELECTRIC COMPANY [US/US]; 1 River Road, Schenectady NY 12345 (US). (72) Inventors: HERSHEY, John, Erik; 4 Vines Road, Ballston Lake, NY 12019 (US). WELLES, Kenneth, Brakeley, II; 104 Hetcheltown Road, Scotia, NY 12302 (US). (74) Agents: CHASKIN, Jay, L. et al.; General Electric Company, 3135 Easton Turnpike, Fairfield, CT 06431 (US).		(81) Designated States: CA, DE, JP. Published <i>With international search report.</i>

(54) Title: DETECTING DEFECTIVE CONDITIONS IN RAILWAY VEHICLE WHEELS AND RAILTRACKS



(57) Abstract

A mobile tracking unit capable of detecting defective conditions associated with a set of railway vehicle wheels and with a railtrack upon which a given railway vehicle travels comprises a rotation measurement unit (80) for generating data indicative of rotational rate of the set of wheels; a motion sensor (56), such as an accelerometer or vibration sensor, for generating data indicative of motion along a vertical axis relative to the railtrack; a data processor (70) coupled to the motion sensor and to the rotation measurement unit for receiving the rotational rate and motion data; a navigation set (50) for generating data corresponding to a respective railway vehicle position thereby allowing for determination of the location at which any respective defective condition occurs; and a transmitter (52) for transmitting predetermined data associated with the railway vehicle to a remote location where the transmitted data can be processed.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Veröff ntlichung
⑩ DE 195 80 680 T 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 61 K 9/08
H 04 B 7/185
G 01 P 3/44
G 01 P 15/00
G 01 C 21/04
G 08 C 17/02

- der internationalen Anmeldung mit der
- ⑧7 Veröff ntlichungsnummer: WO 95/31053
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.ÜG)
- ②1 Deutsches Aktenzeichen: 195 80 680.8
- ⑧6 PCT-Aktenzeichen: PCT/US95/05620
- ⑧6 PCT-Anmeldetag: 5. 5. 95
- ⑧7 PCT-Veröffentlichungstag: 16. 11. 95
- ④3 Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 26. 9. 96

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
05.05.94 US 238772

⑦1 Anmelder:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

⑦4 Vertreter:
Voigt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 65812 Bad Soden

⑦2 Erfinder:
Hershey, John-Erik, Ballstone Lake, N.Y., US; Welles
II, Kenneth Brakeley, Scotia, N.Y., US

Vorlage	Ablage	K 862
Haupttermin		
Eing.: 15. MAI 2003		
PA. Dr. Peter Rtebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

⑤4 Mobile Nachführungseinheit zum Detektieren von Defektzuständen in Schienenfahrzeugrädern und Gleiswegen

DE 195 80 680 T 1

DE 195 80 680 T 1

**Mobile Nachführungseinheit zum Detektieren von
Defektzuständen in Schienenfahrzeufrädern und Gleiswegen**

Die Erfindung bezieht sich auf eine mobile
Nachführungseinheit zum Detektieren von Defektzuständen in
Schienenfahrzeugrädern und Gleiswegen und insbesondere auf
eine mobile Nachführungseinheit, die einen Bewegungssensor
verwendet, um derartige Defektzustände abzutasten.

Abnutzung auf den Laufflächen von Schienenfahrzeu-
grädern ist eine bekannte Erscheinung, die dazu führen
kann, daß irgend ein gegebenes Rad einen betonten abge-
flachten Abschnitt aufweist. Ein Defektzustand von einem
Schienenfahrzeugrad, wie er durch ein Rad charakterisiert
ist, das einen derartigen flachen bzw. abgeflachten Zustand
aufweist, wird hier als ein "Flachrad"-Zustand bezeichnet.
Das Auftreten eines derartigen "Flachrad"-Zustandes in ei-
nem Schienen- oder Zugfahrzeug ist ein unerwünschter Zu-
stand aufgrund der Gefahr für eine Ladungsbeschädigung und
auch für erhöhte Betriebskosten und verringerte Sicherheit,
während das Schienenfahrzeug sich bewegt. Abnutzung auf La-
gern, die die Schienenfahrzeugräder tragen, können ähnliche
unerwünschte Resultate hervorrufen. Es ist wünschenswert,
eine Technik zu schaffen, die eine Ermittlung des Zustandes
derartiger Defekte in einer Weise gestattet, die relativ
wenige Komponenten verwendet, um so die Betriebssicherheit
zu erhöhen und den elektrischen Leistungsverbrauch und Ge-
wichtserfordernisse zu minimieren. Weiterhin ist es wün-
schenswert, eine Technik zu schaffen, die die Detektion von

195 80 680

Defektzuständen gestattet, die dem Gleisweg zugeordnet sind, auf der sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt. Diese Information ist insbesondere für diejenigen nützlich, die dafür verantwortlich sind, die Gleis- bzw. Schienenwege in der Nation in einem guten Betriebszustand zu halten.

Zusätzlich ist es wünschenswert, eine mobile Nachführungseinheit zu schaffen, die die vorgenannten Techniken implementieren kann und die auf einfache Weise die Position des Schienenfahrzeuges liefern kann. Üblicherweise enthält die mobile Nachführungseinheit einen Navigationssatz, wie beispielsweise einen Global-Positionssystem(GPS)-Empfänger oder einen anderen geeigneten Navigationssatz, der auf Navigationssignale anspricht, die von einem Satz von Navigationsstationen gesendet werden, die entweder eine Raum- oder Erdbasis haben können. In jedem Fall ist der Navigationssatz in der Lage, auf der Basis der Navigationssignale Daten zu liefern, die die Fahrzeugposition angeben. Die mobile Nachführungseinheit kann einen geeigneten elektromagnetischen Sender aufweisen zum Senden der Fahrzeugpositionsdaten und anderer Daten, die mit Abtastelementen in dem Fahrzeug gewonnen werden, an einen entfernten Ort. Es wird deutlich, daß die mobile Nachführungseinheit in vorteilhafter Weise die Ermittlung des Ortes gestattet, an dem irgendein bestimmter Defekt auftritt.

Erfindungsgemäß werden die vorgenannten Aufgaben dadurch gelöst, daß eine mobile Nachführungseinheit geschaffen wird, die Defektzustände detektieren kann, die einen Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Gleisweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt. Die mobile Nachführungseinheit enthält eine Rotationsmeßeinheit zum Generieren von Daten,

die die Drehgeschwindigkeit des Radsatzes angibt, einen Bewegungssensor, wie beispielsweise einem Beschleunigungsmesser oder Schwingungssensor, zum Generieren von Daten, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im wesentlichen vertikalen Achse relativ zu dem Gleisweg angeben, einen Datenprozessor, der mit dem Bewegungssensor und der Rotationsmeßeinheit in Verbindung steht, zum Empfangen der Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten, einen Navigationssatz zum Generieren von Daten, die einer entsprechenden Position des Schienenfahrzeugs entsprechen, wodurch der Ort bzw. die Position ermittelt werden kann, an der ein entsprechender Defektzustand auftritt, und einen Sender oder Emitter zum Senden vorbestimmter Daten, die dem Schienenfahrzeug zugeordnet sind, an einen entfernten Ort, wo die gesendeten Daten verarbeitet werden können. Der Datenprozessor ist so aufgebaut, daß er auf der Basis der empfangenen Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten einen Defektzustand detektiert, der wenigstens einem Rad des Radsatzes zugeordnet ist. Der Datenprozessor ist weiterhin so aufgebaut, daß er auf der Basis der empfangenen Bewegungsdaten einen Defektzustand detektiert, der wenigstens einem Teil des Schienenweges zugeordnet ist.

Ein Verfahren zum Detektieren von Defektzuständen, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Gleis bzw. Schienenweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt, enthält die Schritte, daß Daten generiert werden, die die Drehgeschwindigkeit des Radsatzes angeben, Daten generiert werden, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im wesentlichen vertikalen Achse relativ zu dem Schienenweg angeben, die Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten verarbeitet werden, zum Detektieren eines Defektzustandes, der

wenigstens einem Rad von dem Radsatz zugeordnet ist, und die Bewegungsdaten verarbeitet werden zum Detektieren eines Defektzustandes, der wenigstens einem Teil des Schienenwegs zugeordnet ist. Der zusätzliche Schritt des Generierens von
5 Daten, die im wesentlichen einer entsprechenden Position des Schienenfahrzeugs entsprechen, erlaubt eine Ermittlung der Lage beziehungsweise des Ortes, an dem ein entsprechender Defektzustand auftritt.

10 Die Erfindung wird nun mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand der Beschreibung und Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Figur 1 ist ein Blockdiagramm von einem Fahrzeugnachführungssystem, das eine mobile Nachführungseinheit zum
15 Detektieren von Defektzuständen gemäß der vorliegenden Erfindung enthält.

Figur 2 ist ein Blockdiagramm und stellt weitere
20 Einzelheiten der mobilen Nachführungseinheit mit einer Einrichtung zum Detektieren von Defektzuständen gemäß der Erfindung dar.

Figuren 3A und 3B stellen ein Ausführungsbeispiel
- 25 der in Fig. 2 gezeigten Einrichtung dar, die zum Detektieren eines Defektzustandes verwendet ist, der einem Schienenfahrzeugrad bzw. einem Gleisweg zugeordnet ist.

Figur 4A bzw. 4B stellen als Beispiel ein Ausgangs-
30 signal von einem Beschleunigungsmesser in dem Zeitbereich und eine entsprechende Leistungsspektrumdicke in dem Frequenzbereich dar, wenn keine Defektzustände vorliegen.

Figuren 5A bzw. 5B stellen als Beispiel ein Aus-

gangssignal von einem Beschleunigungsmesser in dem Zeitbe- 195 80 680
reich und die entsprechende Leistungsspektrumdicke in dem
Frequenzbereich dar, wenn ein "Flachrad"-Defektzustand vor-
liegt.

5 Figuren 6A bzw. 6B stellen als Beispiel ein Aus-
gangssignal von einem Beschleunigungsmesser in dem Zeitbe-
reich und eine entsprechende Leistungsspektrumdicke in dem
Frequenzbereich dar, wenn sowohl ein "Flachrad"-Defektzu-
10 stand als auch ein Gleisweg-Defektzustand vorliegen.

Die Erfindung schafft eine mobile
Nachführungseinheit, die entsprechende Defektzustände
detektieren kann, die einem Satz von
15 Schienenfahrzeugrädern, wie beispielsweise der Zustand
eines "flachen bzw. abgeflachten Rades" und/oder eines
beschädigten Lagers, und einem Gleis- bzw. Schienenweg
zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes
Schienenfahrzeug bewegt. Die Einrichtung kann auf
20 zweckmäßige Weise mit einer mobilen Nachführungseinheit
integriert oder kombiniert werden, die in einer
leistungsarmen Umgebung arbeiten kann. Die mobilen Nachfüh-
rungseinheiten können zweckmäßigerweise für ein Fahrzeug-
nachführungs- oder Überwachungssystem verwendet werden, das
- 25 wenigstens Fahrzeuginformation schafft unter Verwendung
von Navigationsdaten, die von einem existierenden Navigati-
onssystem abgeleitet werden, wie beispielsweise der Global
Positionier System (GPS von Global Positioning System)-Sa-
tellitenkonstellation, wodurch ein höchst genaues Realzeit-
30 Fahrzeugnachführungsvermögen geschaffen wird. Derartige
Nachführungseinheiten sind aber nicht auf die GPS Naviga-
tion beschränkt, denn auch Fahrzeugnachführungssysteme, die
andere Navigationssysteme benutzen, wie beispielsweise Lo-
ran, Omega, Transit und ähnliche oder sogar Satellitenent-

195 80 680

fernungs-Meßtechniken (wie sie auf entsprechende Weise in dem US-Patent 4 161 730 und dem US-Patent 4 161 734, beide erteilt am 17. Juli 1979, beschrieben sind) können in vorteilhafter Weise Nutzen aus der Verwendung einer mobilen Nachführungseinheit ziehen, die eine Einrichtung verwendet zum Detektieren von Defektzuständen, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Gleisweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt. Das Nachführungssystem ist insbesondere brauchbar im Flottenfahrzeugmanagement, der Schienenwagennachführung, der Ladungsortung oder ähnlichem. Für Beschreibungszwecke umfaßt der Begriff "Fahrzeug" an Board befindliche Transportbehälter und andere derartige Einrichtungen zum Tragen oder Transportieren von Gütern auf einem Zug oder einem Schienenfahrzeug.

Figur 1 zeigt als Beispiel mobile Nachführungseinheiten, die Navigationssignale von einer GPS Satellitenkonstellation verwenden, obwohl, wie oben bereits ausgeführt wurde, andere Navigationssysteme anstelle von GPS verwendet werden können. Figur 1 zeigt einen Satz von mobilen Nachführungseinheiten 10A-10D, die in entsprechenden Fahrzeugen 12A-12D installiert sind, die verfolgt oder überwacht werden sollen. Es kann eine Vielfach-Kommunikationsverbindung 14, wie beispielsweise eine Satelliten-Kommunikationsverbindung unter Verwendung eines Kommunikations-Satelliten 16, zwischen jeder mobilen Nachführungseinheit (die nachfolgend gemeinsam mit 10 bezeichnet sind) und einer entfernten Steuerstation 18 vorgesehen sein, die mit einer oder mehreren Bedienungspersonen bemannt ist und geeignete Verarbeitungseinrichtungen und Displayvorrichtung und ähnliches enthält zur bildlichen Darstellung von Lage- und Statusinformation für jedes Fahrzeug, das mit einer entsprechenden mobilen Nachführungseinheit ausgerüstet ist.

Eine Konstellation von GPS Satelliten, wie beispielsweise GPS Satelliten 20A und 20B, liefert höchst genaue Navigations-signale, die verwendet werden können, um die Fahrzeugposition und -geschwindigkeiten zu ermitteln, wenn sie durch einen geeigneten GPS Empfänger gewonnen werden. Kurz gesagt, wurde das GPS durch das US-Verteidigungsministerium entwickelt und während der 80er Jahre in Gebrauch genommen. Die GPS Satelliten senden konstant Radiosignale in L-Band-Frequenz, wobei ein breites Frequenzspektrum aufweisende Techniken verwendet werden. Die gesendeten Radiofrequenzen tragen Pseudo-zufällige Sequenzen, die es Benutzern gestatten, die Position relativ zur Erdoberfläche (innerhalb etwa 30m bzw. 100 Fuß), Geschwindigkeit (innerhalb etwa 0,1 Meile pro Stunde) und präzise Zeitinformation zu ermitteln. GPS ist ein besonders attraktives Navigationssystem für die Anwendung, da die entsprechenden Umlaufbahnen der GPS Satelliten so gewählt sind, daß sie für eine im wesentlichen weltweite Überdeckung sorgen, und da Radiosignale mit einer derartigen Genauigkeit kostenfrei für die Benutzer zur Verfügung stehen. Die Kommunikationsverbindung 14 kann auf zweckmäßige Weise benutzt werden zum Übertragen von Fahrzeugzuständen oder Ereignissen, die mit geeigneten Abtastelementen gemessen werden, wie es nachfolgend näher erläutert wird. Beispielsweise ist sie im Falle eines Schienenwagenfahrzeuges mit einem Radsatz 24 besonders brauchbar, um für das Abtastvermögen eines "flachen Rades" und/oder eines Zustandes mit beschädigtem Kugellager zu sorgen. In ähnlicher Weise ist sie im Falle eines Schienenwagenfahrzeuges auch brauchbar, um für ein Abtastvermögen von Defekten zu sorgen, die dem Gleisweg 26 zugeordnet sind, auf dem sich das Schienenfahrzeug bewegt.

Figur 2 zeigt in Blockdiagrammform ein Ausführungsbeispiel von mobilen Nachführungseinheit 10 mit einer

Einrichtung 9 zum Detektieren entsprechender Defektzustände, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und dem Gleisweg zugeordnet sind, auf denen sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt. Es sei darauf hingewiesen, daß die Einrichtung 9 in Figur 2 zwar als operativ kombiniert oder integriert mit der mobilen Nachführungseinheit 10 gezeigt ist, daß aber eine derartige Kombination oder Integration nur optional ist, da die Einrichtung 9 auf einfache Weise so aufgebaut sein kann, daß sie unabhängig von der mobilen Nachführungseinheit 10 funktioniert. Die Schlüsselvorteile der Erfindung werden erzielt durch Verwenden eines Bewegungssensors 56, wie beispielsweise einem Beschleunigungsmesser kleiner Leistung, eines Schwingungssensors, Stoßsensors oder eine Kombination davon, zum Erzeugen von Daten, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im allgemeinen vertikalen Achse 28 (siehe Figuren 1 und 3) relativ zu dem Gleisweg angeben. Zum optionalen Verbessern der Vielseitigkeit der Anwendung kann ein Satz von drei Beschleunigungsmessern, die individuell mit einer geeigneten Signalkonditionierschaltung in einer entsprechenden einzigen monolithischen integrierten Schaltung integriert sind, wie beispielsweise dem Beschleunigungsmesser Modell ADXL50, das von Analog Devices, Norwood, MA, vertrieben wird, oder ähnliche Beschleunigungsmesser und Sensoren auf zweckmäßige Weise in dem Fahrzeug oder in der Nachführungseinheit angebracht sein, um für eine triaxiale Abtastung entlang drei zueinander senkrechten Achsen 28, 30 und 32 (siehe Figur 1) zu sorgen, wobei eine der drei Achsen die im allgemeinen vertikale Achse 28 ist. Die vertikalen Bewegungsdaten und horizontalen Bewegungsdaten, die mit einem derartigen Beschleunigungsmesser- oder Bewegungssensorsatz gemessen sind, können auf einfache Weise für verschiedene andere Zwecke benutzt werden, wie zum Beispiel zum Verkleinern der elektrischen Leistung unter vorbestimm-

195 80 680

ten Zuständen. Drehmeßdaten 72, die die Drehgeschwindigkeit ω des Radsatzes angeben, können auf zweckmäßige Weise generiert werden unter Verwendung von irgendeiner von verschiedenen Drehmeßtechniken. Beispielsweise können die

5 Drehgeschwindigkeitsdaten mit einer geeigneten Rotationsmeßeinheit 80 (siehe Figur 3A) erzeugt werden, wie beispielsweise einem Raddrehzähler, Radtachometer und ähnlichen Vorrichtungen. Alternativ können die Raddrehgeschwindigkeitsdaten generiert oder berechnet werden, indem ein-

10 fach die Schienenwagengeschwindigkeit (die von dem Navigationssatz 50 erhältlich ist) durch den entsprechenden Umfang des Radsatzes dividiert wird. In jedem Fall werden die Drehgeschwindigkeitsdaten und die Bewegungssensordaten, die Bewegung wenigstens entlang der im allgemeinen vertikalen

15 Achse angeben, einem Datenprozessor 70 oder einer geeignet aufgebauten Schaltungsanordnung zugeführt, die für einen Zugriff oder das Detektieren des Vorhandenseins der vorgenannten Defektzustände ausgelegt ist. Beispielsweise wird der das "flache Rad" und/oder beschädigte Lager angegebende

20 Zustand detektiert auf der Basis der Drehgeschwindigkeitsdaten und Bewegungsdaten, die dem Prozessor 70 zugeführt werden. Beispielsweise kann der den Gleisweg oder das Gleisbett betreffende Defektzustand einfach auf der Basis der Bewegungsdaten ermittelt werden, die von dem Datenpro-

- 25 zessor 70 empfangen werden. Die Datenverarbeitung kann verschiedene Verarbeitungstechniken umfassen, wie beispielsweise Fourier-Analyse, angepaßte Filterung, Autokorrelation und Schwellenwerttechniken und ähnliche Verarbeitungstechniken. Eine zusätzliche Verarbeitung der Bewegungssensordaten kann auf einfache Weise zusätzliche Information liefern

30 über den Schienenwagenstatus, wie beispielsweise den Beladungsstatus des Schienenwagens. Beispielsweise kann eine Messung der Frequenz der Wackelbewegung (d.h. Wackel- oder Rollbewegung um die Längsachse des Schienenfahrzeuges) und

die vertikale Prellfrequenz des Schienenwagens recht genaue Information über den Beladungszustand des Schienenwagens liefern. Beispielsweise kann derartige Information nützlich sein zur Ermittlung, ob das Schienenfahrzeug über seine maximale Ladekapazität hinaus beladen ist.

Figur 2 zeigt ferner, daß die mobile Nachführungseinheit 10 einen Navigationssatz 50 enthält, der Daten generieren kann, die im wesentlichen der Fahrzeugposition entsprechen. Der Navigationssatz ist in Abhängigkeit von dem jeweiligen Navigationssystem gewählt, das zur Lieferung von Navigationssignalen an eine gegebene mobile Nachführungseinheit verwendet ist. Vorzugsweise ist der Navigationssatz ein GPS Empfänger, wie beispielsweise ein Vielkanal-Empfänger. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß auch andere Empfänger verwendet werden können, die zum Gewinnen von Signalen aus einem entsprechenden Navigationssystem aufgebaut sind. Beispielsweise kann der Navigationssatz, in Abhängigkeit von den Genauigkeitserfordernissen der Fahrzeugposition, als ein Loran-C-Empfänger oder einem anderen weniger genauen Navigationsempfänger als einem GPS Empfänger gewählt sein. Die mobile Nachführungseinheit 10 kann einen geeigneten elektromagnetischen Sender 52 enthalten, der funktional von dem Navigationssatz unabhängig ist. Der Sender 52 ist in der Lage, wenigstens die Fahrzeugpositionsdaten über die Kommunikationsverbindung 14 (siehe Figur 1) an die Steuerstation zu senden. Wenn ein GPS Empfänger verwendet wird, können der GPS Empfänger und der Sender zweckmäßigerweise als eine einzige integrierte Einheit integriert sein, um die Effizienz von Installation und Betrieb zu maximieren. Ein Beispiel einer derartigen integrierten Einheit ist die kommerziell erhältliche Galaxy Inmarsat-C/GPS integrierte Einheit, die von Trimble Navigation, Sunnyvale, Kalifornien, erhältlich ist und die ausge-

legt ist für eine Datenkommunikation und einen Positionsbericht zwischen der Steuerstation und der mobilen Nachführungseinheit. Eine einzige Antenne 54 mit kleinem Profil kann auf einfache Weise verwendet werden sowohl für eine

5 GPS Signalgewinnung als auch Satelliten-Kommunikation. Eine Steuereinrichtung 58 der Nachführungseinheit kann einen konventionellen digitalen Vielbit-Einzelchip-Mikrokontroller aufweisen, der in geeigneter Weise programmiert ist, um den Betrieb des Navigationssatzes 50, des Senders 52 und

10 der Einrichtung 9 zu steuern. Ein Realzeit-Taktmodul 60 kann mit der Steuereinrichtung 58 der Nachführungseinheit verbunden sein, um so die Steuereinrichtung periodisch zu befähigen, den Betrieb wieder aufzunehmen, nachdem die Steuerung in einem "Schlaf-Modus" ist, der einem Betriebs-

15 modus mit kleiner Leistung zugeordnet ist. Vorzugsweise enthält die Steuereinrichtung 58 der Nachführungseinheit genügend Speicher- und Durchsatzvermögen, um Daten zu verarbeiten, die von zusätzlichen Abtastelementen (nicht gezeigt) in dem Fahrzeug gewonnen werden. Es wird eine Leistungsquelle, wie beispielsweise eine Batterie, verwendet,

20 um einen Betrieb der mobilen Nachführungseinheit 10 zu ermöglichen. Wie in Figur 2 gezeigt ist, kann die Batterie 62 eine wiederaufladbare Batterie, wie beispielsweise eine Nickel-Kadmium-Batterie oder eine ähnliche wiederaufladbare

- 25 Batterie sein, die mit einer geeigneten Ladeschaltung 64 verbunden ist, die elektrische Leistung aus einer Array von Solarzellen 66 oder aus einem anderen elektrischen Leistungswandler empfängt. Die Ladeschaltung enthält typisch geeignete Laderegler und Spannungs- und Stromsensoren

30 (nicht gezeigt), die von der Steuereinrichtung überwacht werden, um den Zustand der Batterie zu ermitteln. Es kann zweckmäßigerweise eine Unterstützungsbatterie (nicht gezeigt) vorgesehen sein, um einen sicheren Betrieb der mobilen Nachführungseinheit zu verbessern. Alternativ kann die

Batterie 62 eine nicht-wiederaufladbare Batterie sein, die in vorbestimmten Zeitintervallen ausgewechselt wird. Es wird deutlich, daß die Daten von dem Bewegungssensor und die Rotationsmeßdaten 72 auf verschiedenen Wegen gehandhabt werden können. Beispielsweise können rohe oder unverarbeitete Daten in einer Speichereinheit 74 gespeichert werden, um zu einer späteren Zeit abgefragt und verarbeitet zu werden. Umgekehrt können diese Rohdaten über die Steuereinrichtung 58 der Nachführungseinheit einem elektromagnetischen Sender 52 zugeführt werden, so daß diese Rohdaten durch einen geeigneten Datenprozessor an der entfernten Steuerstation 18 (siehe Figur 1) verarbeitet werden, wodurch das Gewicht und der elektrische Leistungsverbrauch der mobilen Nachführungseinheit verkleinert werden. In jedem Falle liefert die Einrichtung gemäß der Erfindung, sei es nun einzeln oder in Kombination mit einer mobilen Nachführungseinheit, auf zweckmäßige Weise nutzbare Daten, die entsprechende Defektzustände angeben, die Schienenfahrzeuggrädern und Schienenwegen zugeordnet sind. Es sei darauf hingewiesen, daß anstelle eines Navigationssatzes, wie beispielsweise einem GPS oder einem Loran Empfänger, andere alternative Techniken verwendet werden können, um beispielsweise die Lage bzw. Position von einem defekten Schienenweg zu ermitteln. Wenn beispielsweise die Zeit, zu der eine Detektion eines derartigen Defektzustandes auftritt, aufgezeichnet wird, dann gestattet die einfache Kenntnis des Bewegungsplanes (d.h. die Bewegungsvergangenheit des Schienenfahrzeuges als eine Funktion der Zeit), daß die Position des Schienenfahrzeuges abgeschätzt wird, als der defekte Gleisweg detektiert wurde (d.h. die Lage bzw. Position des defekten Schienenweges). Alternativ kann ein Rad-Tachometer oder eine ähnliche Vorrichtung verwendet werden, um Radumdrehungen unter vorbestimmten Ereignissen zu zählen. Beispielsweise gestattet das Zählen der Anzahl

195 80 680

von Umdrehungen, die von einer Detektion von einem beschädigten Gleisweg bis zu einem gegebenen Zielpunkt auftreten, eine Abschätzung der Entfernung von dem beschädigten Gleisweg bis zu diesem Zielpunkt (die Strecke wird berechnet durch Multiplizieren des Radumfanges mit dem Radrotations-Zählwert). In diesem Falle gestattet die einfache Kenntnis der zurückgelegten Route (und ohne Zeitinformation, d.h. Streckenplan) eine Ermittlung des Ortes des defekten Gleisweges. Somit wird deutlich, daß die Verwendung von einem Navigationssatz zur Ermittlung der Lage bzw. Position von einem Defektzustand, wie beispielsweise die Lage von einem schlechten Gleisweg, nur optional ist in Anbetracht der oben beschriebenen alternativen Techniken.

Aus Figur 3A wird deutlich, daß, wenn das Rad einen defekten Bereich aufweist, wie beispielsweise einen im wesentlichen flachen Bereich 24A, dann tastet der Bewegungssensor 56 mechanische Energie in einem Frequenzbereich ab, der im wesentlichen der Raddrehfrequenz (d.h. Raddrehgeschwindigkeit ω) und Harmonischen H davon entspricht, wie sie in den Raddrehgeschwindigkeitsdaten 72 von der Rotationsmeßeinheit 80 gemessen werden. Der Datenprozessor kann auf einfache Weise so aufgebaut werden, daß er ein digitales Signalprozessormodul enthält, der beispielsweise einen diskreten Fourier-Prozessor 76 enthält, der die Raddrehgeschwindigkeitsdaten 72 und die Bewegungssensordaten verarbeitet, um so den Zustand zu ermitteln, der allgemein als "Flachrad"-Zustand bezeichnet wird, der wenigstens dem einen Rad des Radsatzes zugeordnet werden kann. Obwohl Figur 3A speziell eine Verformung zeigt, die einem "Flachrad"-Zustand zugeordnet ist, kann Figur 3A in einem allgemeineren Fall verwendet werden, um konzeptionell andere Verformungen zu erfassen, wie sie sich in den Lagern (nicht gezeigt) entwickeln können, die ein Rad 24 tragen,

195 80 680

wobei diese Verformungen keinen flachen bzw. ebenen Bereich haben müssen. Bekanntlich weist ein entsprechender Radsatz beispielsweise zwei Räder auf, die für eine Rotation mit den gegenüberliegenden Enden von einer starren Achse durch geeignete Lager verbunden sind, die Kugeln oder Rollen aufweisen, die zwischen äußeren und inneren Laufringen eingeschlossen sind. Diese Lager weisen üblicherweise vorbestimmte mechanische Charakteristiken auf als eine Funktion der Raddrehgeschwindigkeit, d.h. eine im allgemeinen konstante Anzahl von Kugeln oder Rollen läuft über das Oberteil der Achse für jede Umdrehung, denn das Oberteil der Achse ist typisch der Bereich, wo die Kugeln oder Rollen eine maximale Belastung erfahren. Es kann gezeigt werden, daß, wenn entweder der äußere oder innere Laufring (oder die Kugeln oder Rollen) beschädigt sind, dann für eine gegebene Raddrehgeschwindigkeit die Erzeugung von entsprechenden Frequenzkomponenten oder Schwebungsfrequenzen auftritt, die in vorbestimmter Weise oberhalb und unterhalb der Raddrehfrequenz angeordnet sind. Der Prozessor 70 kann in einfacher Weise ausgelegt werden, um derartige Frequenzkomponenten in der gleichen Weise zu detektieren, wie ein derartiger Prozessor den "Flachrad"-Zustand detektiert. In jedem Fall kann der diskrete Fourier-Verarbeitungsmodul 76 in einen einzelnen IC Chip oder in einen Verarbeitungsmodul integriert werden, wie beispielsweise dem Verarbeitungsmodul TMS320, der von der Firma Texas Instruments erhältlich ist.

Figur 3B zeigt, daß, wenn das Schienenfahrzeug über einen Gleisweg 26 fährt, der einen Abschnitt 26A aufweist, der sich unter dem Gewicht des Schienenfahrzeuges wesentlich durchbiegt oder abfällt, dann der Bewegungssensor 56 mechanische Energie mit einer vorbestimmten Signatur abtastet, die diesen unerwünschten Schienenwegzustand charakte-

195 80 680

risiert. Es sei darauf hingewiesen, daß die Signatur der mechanischen Energie, die einem gegebenen defekten Schienenzustand entspricht, im allgemeinen unabhängig ist von der Raddrehgeschwindigkeit, und dementsprechend sind für
5 eine Ermittlung eines defekten Schienenzustandes Drehgeschwindigkeitsdaten 72 (siehe Figur 3A) nicht erforderlich.

Figur 4A ist als Beispiel eine Simulationskurve von einem typischen Ausgangssignal von einem vertikalen Beschleunigungsmesser in dem Zeitbereich bei Fehlen von einem Defektzustand, d.h. die Schienenfahrzeugräder und/oder Lager sind im wesentlichen undeformiert und die Schiene weist keinen wesentlichen Abfall oder keine wesentliche Durchbiegung unter dem Gewicht des Schienenfahrzeuges auf. Figur 4B
10 ist die Leistungsspektrumdichte in dem Frequenzbereich für das Ausgangssignal des Beschleunigungsmessers entsprechend dem in Figur 4A gezeigten Zustand.

Figur 5A ist als Beispiel eine Simulationskurve von einem typischen Ausgangssignal von einem vertikalen Beschleunigungsmesser in dem Zeitbereich, wenn ein "Flachrad"-Zustand abgetastet wird. Für den Fachmann wird deutlich, daß die Periodizität der impulsartigen Nadeln, die in Figur 5A zu sehen sind, direkt der Raddrehgeschwindigkeit ω entsprechen. Figur 5B zeigt die Leistungsspektrumdichte in dem Frequenzbereich für das Ausgangssignal des Beschleunigungsmessers entsprechend dem in Figur 5A gezeigten Zustand. Es ist ersichtlich, daß die periodischen impulsähnlichen Nadeln in dem Frequenzbereich das Vorhandensein des "Flachrad"-Zustandes verdeutlichen. Dieses Beispiel einer Leistungsspektrumdichte wurde unter Verwendung einer üblichen Fourier-Transformationsverarbeitungstechnik ohne Fenster erhalten. Wie bereits ausgeführt wurde, können
20 andere Verarbeitungstechniken anstelle einer Fourier-Trans-
30

195 80 680

formation auf wirksame Weise verwendet werden, um das Vorhandensein eines "Flachrad"-Zustandes zu detektieren. Figur 6A ist ein Beispiel von einer Simulationskurve von einem typischen Ausgangssignal von einem vertikalen Beschleunigungsmesser, wenn sowohl ein "Flachrad"-Zustand, der durch die impulsähnlichen Nadeln charakterisiert ist, als auch ein defekter Schienenzustand abgetastet werden, der durch die Ab-Auf-Kurvenform charakterisiert ist. Figur 6B zeigt die Leistungsspektrumdicke in dem Frequenzbereich für das in Figur 6A gezeigte Ausgangssignal des Beschleunigungsmessers. Wiederum ist ersichtlich, daß die periodischen impulsähnlichen Nadeln in dem Frequenzbereich das Vorhandensein des "Flachrad"-Zustandes verdeutlichen. Ferner ist der Defektzustand des Gleisweges, d.h. das Absacken oder Durchbiegen der Schiene, in dem Frequenzbereich durch die dramatische relative Vergrößerung in den niederfrequenten Komponenten verdeutlicht.

Ein Verfahren zum Detektieren von Defektzuständen, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Gleisweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt, enthält die Schritte, daß Daten generiert werden, die die Drehgeschwindigkeit des Radsatzes angeben; Daten generiert werden, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im allgemeinen vertikalen Achse relativ zu dem Gleisweg angeben; die Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten verarbeitet werden für eine Detektion von einem Defektzustand, der wenigstens einem Rad des Radsatzes zugeordnet ist; und die Bewegungsdaten verarbeitet werden für eine Detektion von einem Defektzustand, der wenigstens einem Teil des Gleisweges zugeordnet ist. Der zusätzliche Schritt des Generierens von Daten, die im wesentlichen einer entsprechenden Schienenfahrzeugposition entsprechen, gestattet auf zweckmäßige Weise, daß die Lage bzw. Position

im wesentlichen ermittelt wird, an dem jeder entsprechende Defektzustand auftritt. Dies ist besonders nützlich im Falle der Ermittlung der Lage eines defekten Schienenabschnittes über einer bekannten Route. Ein einfacher Weg, um die Position eines derartigen Defektes zu ermitteln, ist das Zählen der Anzahl von Radumdrehungen nach der Detektion des defekten Schienenabschnittes; wobei dann die Strecke gemessen wird, die über die bekannte Route von einer jeweiligen Schienenfahrzeugposition zurückgelegt wurde (z.B. irgendein Ziel des Schienenfahrzeuges über die bekannte Route). Die Strecke, die über die bekannte Route nach Detektion des defekten Schienenabschnittes zurückgelegt wurde, wird auf einfache Weise berechnet, indem die Radrehzahl mit dem Umfang des Radsatzes multipliziert wird. Dies gestattet auf zweckmäßige Weise, im wesentlichen und ökonomisch die Lage des defekten Schienenabschnittes über der bekannten Route wenigstens in bezug auf den gegenwärtigen Schienenfahrzeugort zu ermitteln.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Mobile Nachführungseinheit zum Detektieren
5 von Defektzuständen in Schienenfahrzeugrädern
und Gleiswegen

10 Eine mobile Nachführungseinheit zum Detektieren von Defektzuständen, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Schienen- bzw. Gleisweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt, enthält eine Rotationsmeßeinheit zum Generieren von Daten, die die Drehgeschwindigkeit des Radsatzes angeben, einen Bewegungssensor, wie beispielsweise einen Beschleunigungsmesser oder
15 Schwingungssensor, zum Generieren von Daten, die eine Bewegung entlang einer vertikalen Achse relativ zu dem Gleisweg angeben, einen Datenprozessor, der mit dem Bewegungssensor und der Rotationsmeßeinheit in Verbindung steht, zum Empfangen der Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten, einen
20 Navigationssatz zum Generieren von Daten, die einer Position von einem Schienenfahrzeug entsprechen, wodurch der Ort ermittelt werden kann, an dem ein entsprechender Defektzustand auftritt, und einen Sender zum Senden vorbestimmter Daten, die dem Schienenfahrzeug zugeordnet sind,
25 an einen entfernten Ort, wo die gesendeten Daten verarbeitet werden können. Der Datenprozessor ist so aufgebaut, daß er auf der Basis der empfangenen Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten den Defektzustand detektieren kann, der dem
30 Radsatz zugeordnet ist, und auf der Basis der empfangenen Bewegungsdaten den Defektzustand detektieren kann, der dem Gleisweg zugeordnet ist.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

5 1. Mobile Nachführungseinheit, gekennzeichnet durch:

eine Rotationsmeßeinheit (80) zum Generieren von Daten, die im wesentlichen die Drehgeschwindigkeit eines Radsatzes (24) angeben,

10 einen Bewegungssensor (56) zum Generieren von Daten, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im wesentlichen vertikalen Achse relativ zu einem Gleis- bzw. Schienenweg (26) angeben,

15 einen Datenprozessor (70), der mit dem Bewegungssensor (56) und der Rotationsmeßeinheit (80) in Verbindung steht, zum Empfangen der Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten, wobei der Datenprozessor (70) auf der Basis der empfangenen Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten einen Defektzustand (24A) detektiert, der wenigstens einem Rad des Radsatzes zugeordnet ist, und der Datenprozessor (70) ferner auf der Basis von empfangenen Bewegungsdaten einen Defektzustand (26A) detektiert, der wenigstens einem Teil des Gleis- bzw. Schienenweges zugeordnet ist,

25 einen Navigationssatz (50) zum Generieren von Daten, die einer entsprechenden Position des Schienenfahrzeugs im wesentlichen entsprechen, so daß die Stelle, an der ein entsprechender Defektzustand auftritt, im wesentlichen ermittelt werden kann, und

30 einen Sender (52) elektromagnetischer Strahlung zum Senden vorbestimmter Daten, die dem Schienenfahrzeug zugeordnet sind, an einen entfernten Ort.

2. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Navigationssatz (50) einen GPS Empfänger aufweist.

5 3. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Bewegungssensor (56) wenigstens einen Sensor aufweist, der ein Beschleunigungsmesser, Schwingungssensor oder Stoßsensor ist.

10 4. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenprozessor (70) mit dem Bewegungssensor (56) und der Rotationsmeßeinheit (80) ferngekoppelt ist und die vorbestimmten Daten, die von dem Sender gesendet werden, an dem entfernten Ort verarbeitet werden können.

15 5. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenprozessor (70) einen diskreten Fourier-Prozessor aufweist.

20 6. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenprozessor (70) einen diskreten Fourier-Prozessor aufweist.

25 7. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bewegungssensor (56) einen Beschleunigungsmessersatz aufweist, der zum Messen von Beschleunigung entlang drei zueinander senkrechten Achsen angeordnet ist, wobei eine der drei zueinander senkrechten Achsen die im wesentlichen vertikale Achse relativ zu dem Schienenweg ist.

30 8. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenprozessor (70) die Da-

ten von dem Beschleunigungsmessersatz verarbeiten kann zur Ermittlung des Beladungszustandes des Schienenfahrzeuges.

5 9. Mobile Nachführungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsmeßeinheit (80) die Drehgeschwindigkeitsdaten auf der Basis der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeuges und des Radumfanges generiert.

10 10. Verfahren zum Detektieren von Defektzuständen, die einem Satz von Schienenfahrzeugrädern und einem Gleis- bzw. Schienenweg zugeordnet sind, auf dem sich ein gegebenes Schienenfahrzeug bewegt, gekennzeichnet durch:
Generieren von Daten, die die Drehgeschwindigkeit
15 des Radsatzes angeben,

Generieren von Daten, die eine Bewegung wenigstens entlang einer im wesentlichen vertikalen Achse relativ zu dem Schienenweg angeben,

20 Verarbeiten der Drehgeschwindigkeits- und Bewegungsdaten zum Detektieren eines Defektzustandes, der wenigstens einem Rad des Radsatzes zugeordnet ist, und

Generieren von Daten, die einer entsprechenden Position des Schienenfahrzeuges im wesentlichen entsprechen, so daß die Stelle, an der irgendein entsprechender Defektzustand auftritt, im wesentlichen ermittelt werden kann.
25

30 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsdaten verarbeitet werden zur Detektion eines Defektzustandes, der wenigstens einem Teil des Gleisweges zugeordnet ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vorbestimmte Daten, die dem Schienenfahrzeug zugeordnet sind, an einen entfernten Ort gesendet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmten Daten unverarbeitete Daten aufweisen und die gesendeten Daten an dem entfernten Ort verarbeitet werden können.

5

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß Daten von einem Beschleunigungsmessersatz verarbeitet werden, der drei zueinander senkrechte Achsen aufweist, zum Ermitteln des Beladungszustandes des Fahrzeuges, wobei eine der drei zueinander senkrechten Achsen die im wesentlichen vertikale Achse relativ zu dem Gleisweg ist.

10

15. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Generierens von Daten, um im wesentlichen die Stelle des defekten Schienenwegteils zu ermitteln, wenn sich das Schienenfahrzeug über eine bekannte Route bewegt, enthält:

15

20 Zählen der Anzahl von Radumdrehungen nach der Detektion des defekten Schienenwegteils und

20

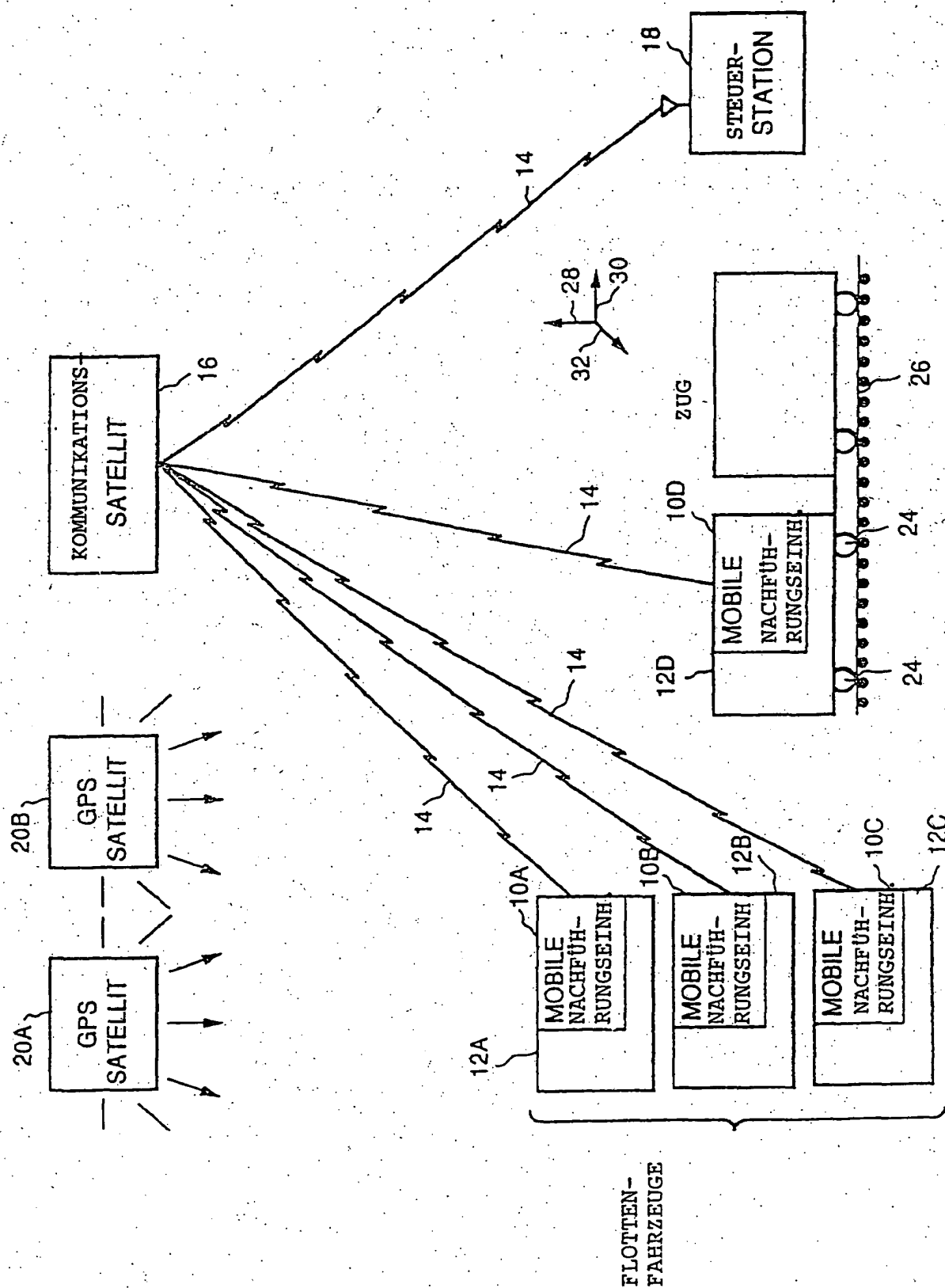
Messen der Strecke, die über der bekannten Route zurückgelegt wird, auf der Basis der Zählung der Radumdrehungen, von einem gegenwärtigen Ort des Schienenfahrzeuges, wodurch die Stelle des defekten Schienenwegteils auf der bekannten Route wenigstens in bezug auf die gegenwärtige Position des Schienenfahrzeuges im wesentlichen ermittelt wird.

25

16. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der detektierte Defektzustand, der dem Satz von Schienenfahrzeugrädern zugeordnet ist, einen "Flachrad"-Zustand aufweist.

30

17. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der detektierte Defektzustand, der dem Satz von Schienenfahrzeugrädern zugeordnet ist, den Zustand eines defekten Lagers aufweist.



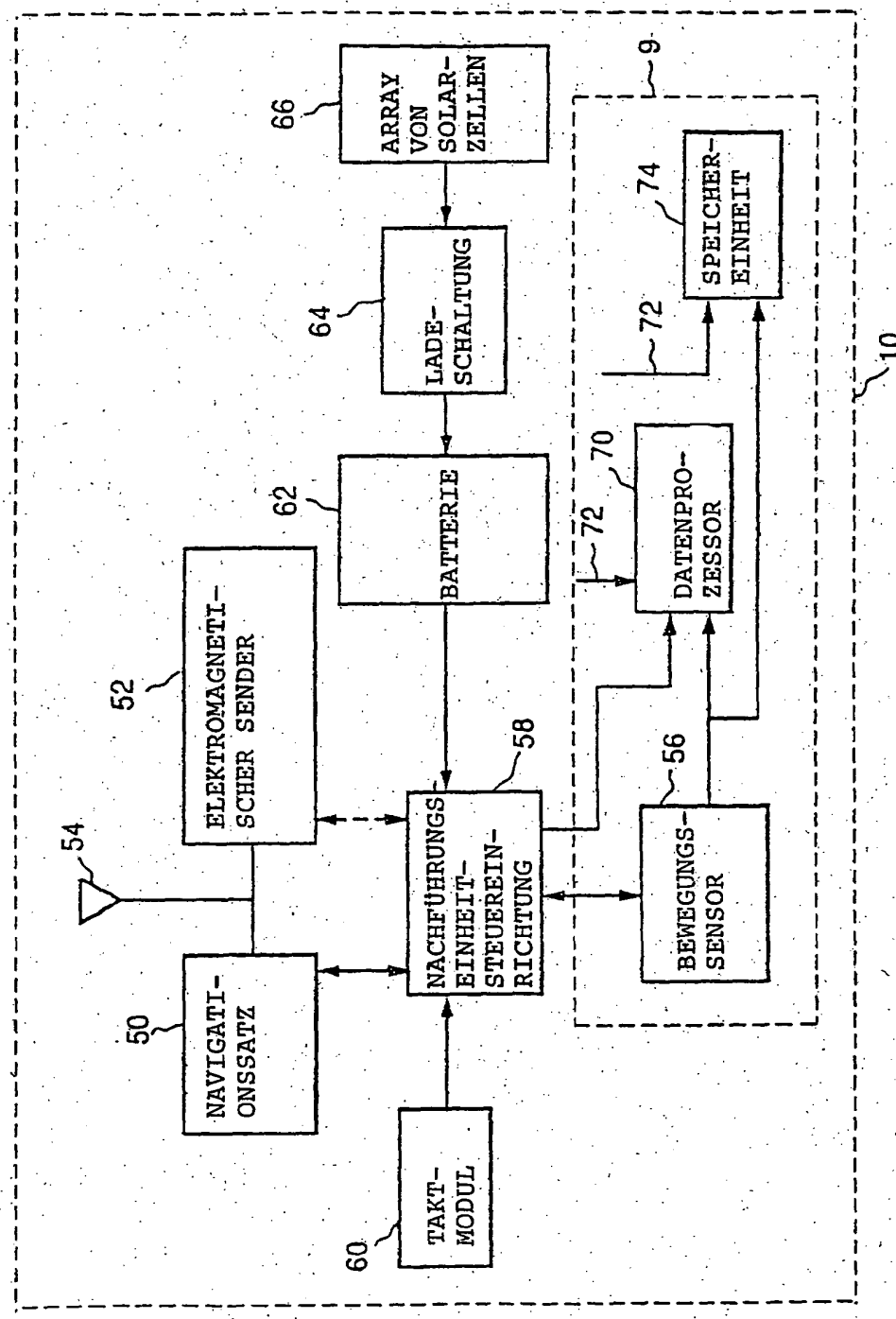


FIG. 2

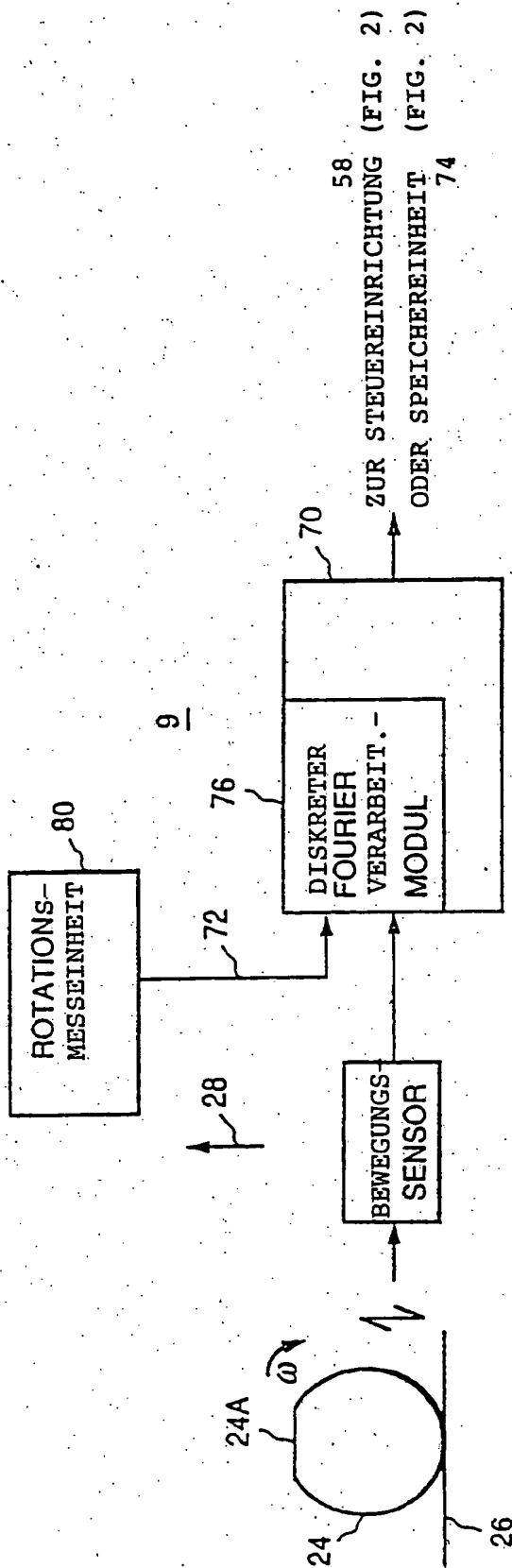


FIG. 3A

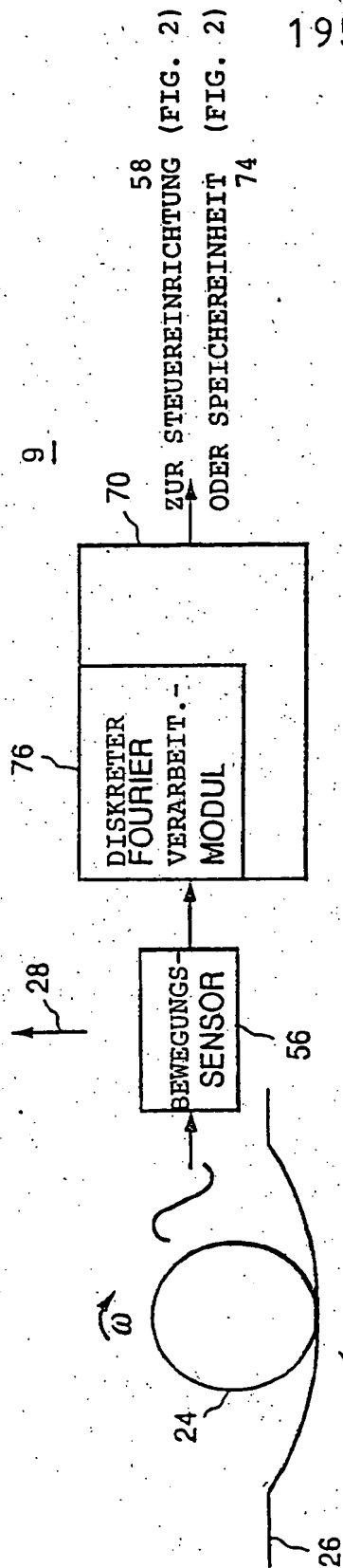


FIG. 3B

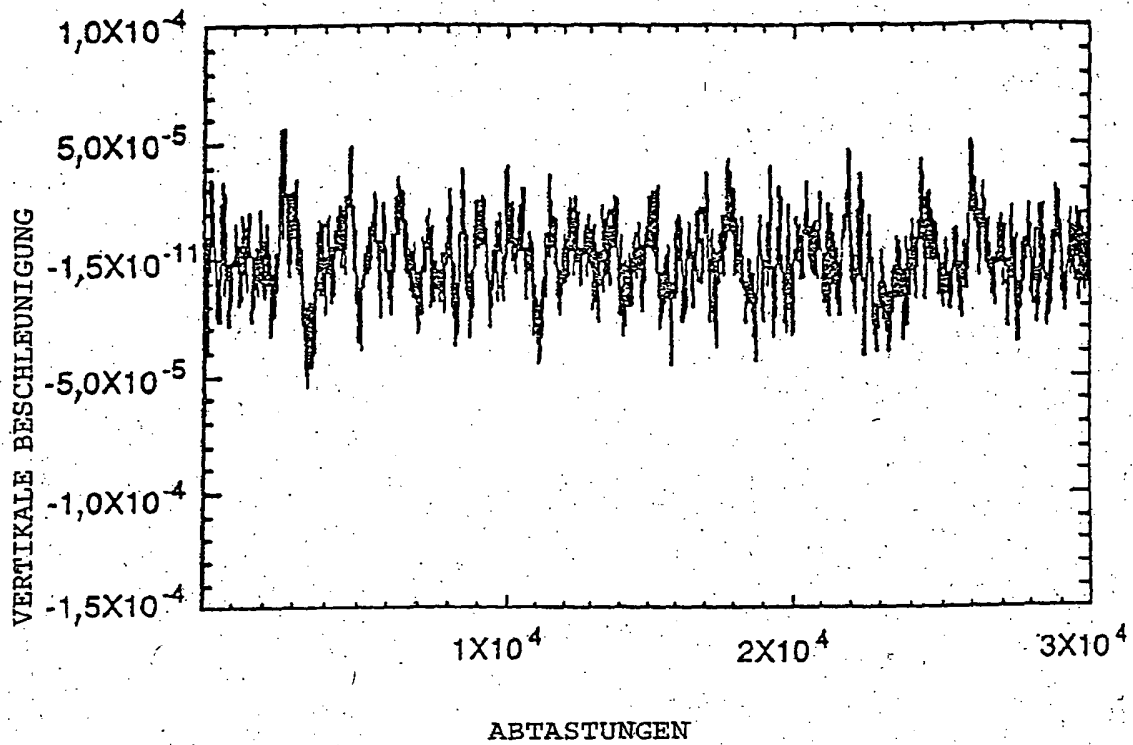


FIG. 4A

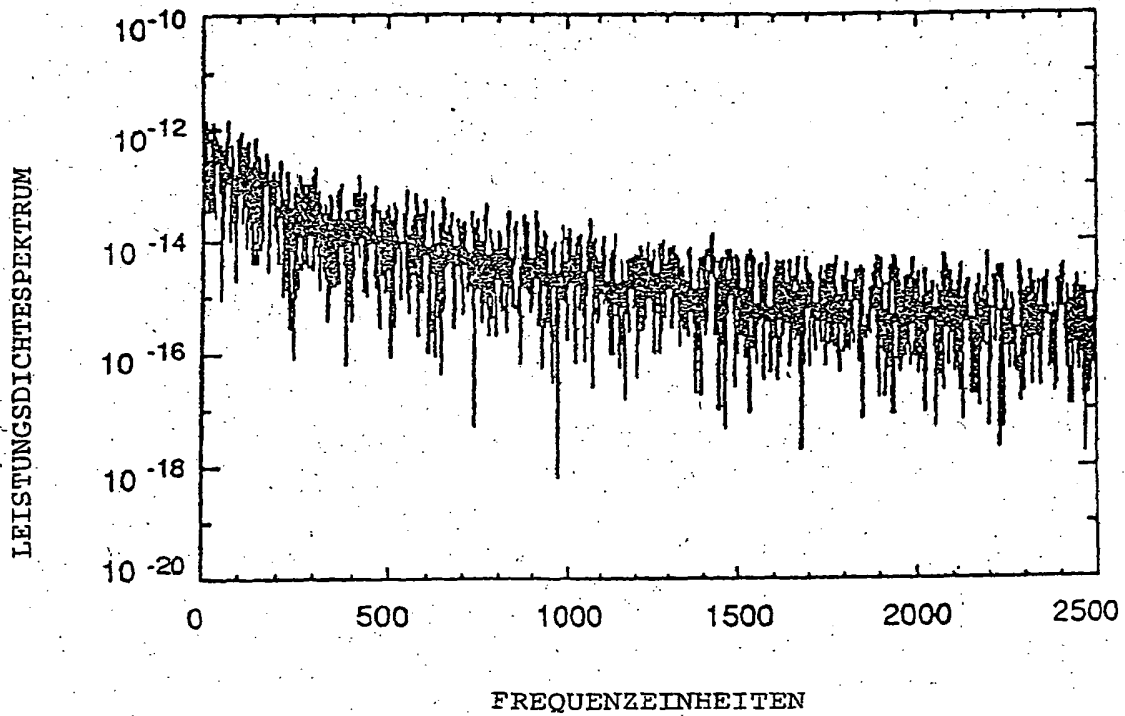


FIG. 4B

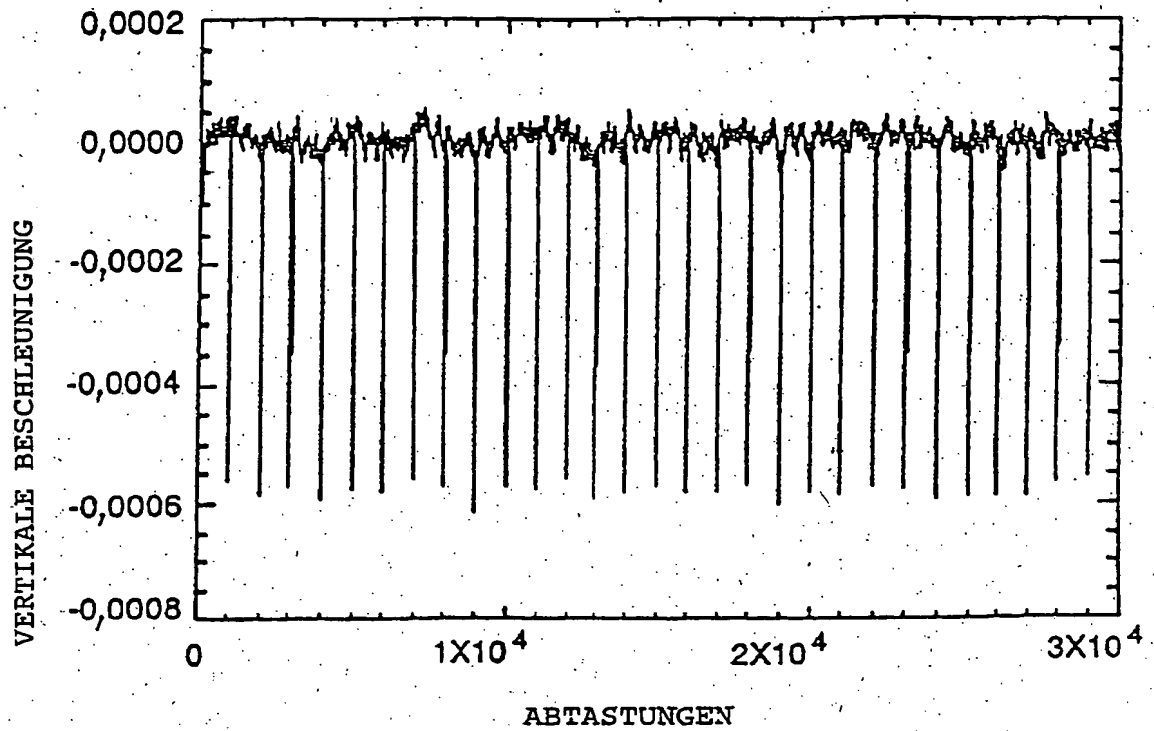


FIG. 5A

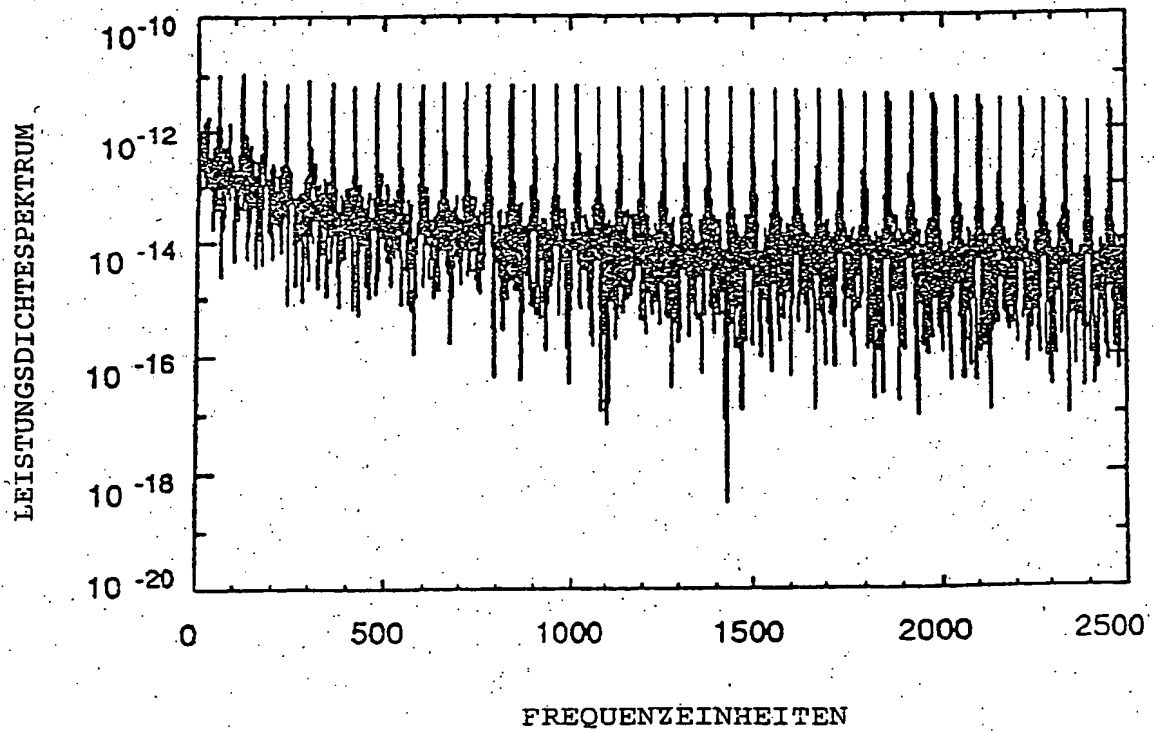


FIG. 5B

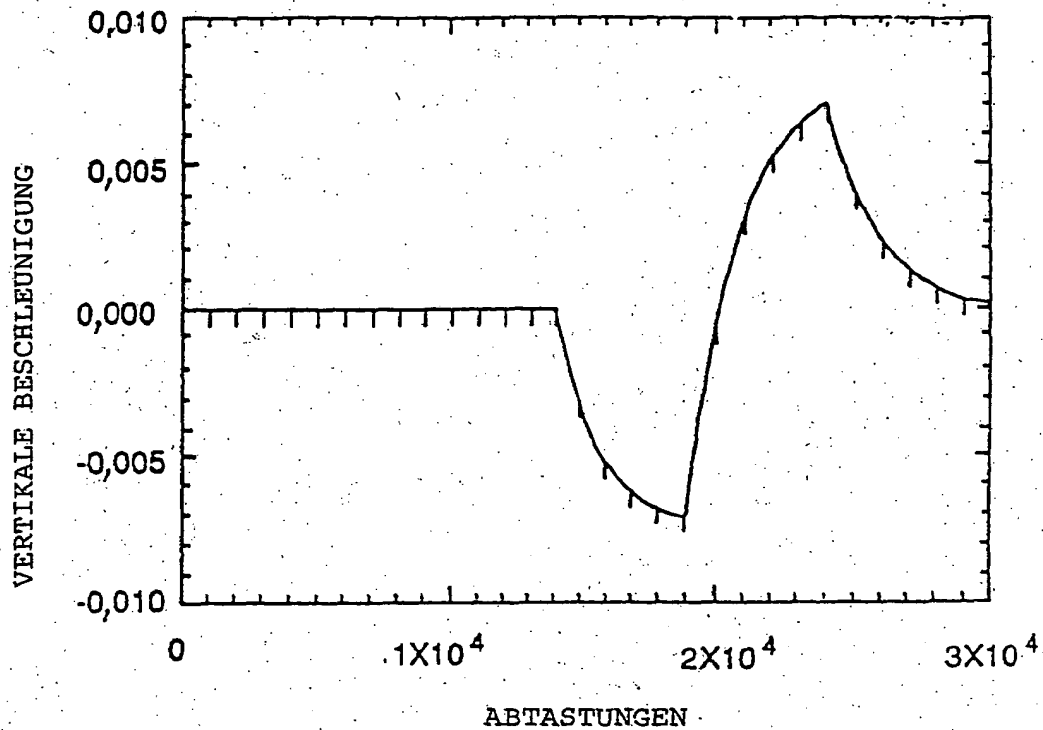


FIG. 6A

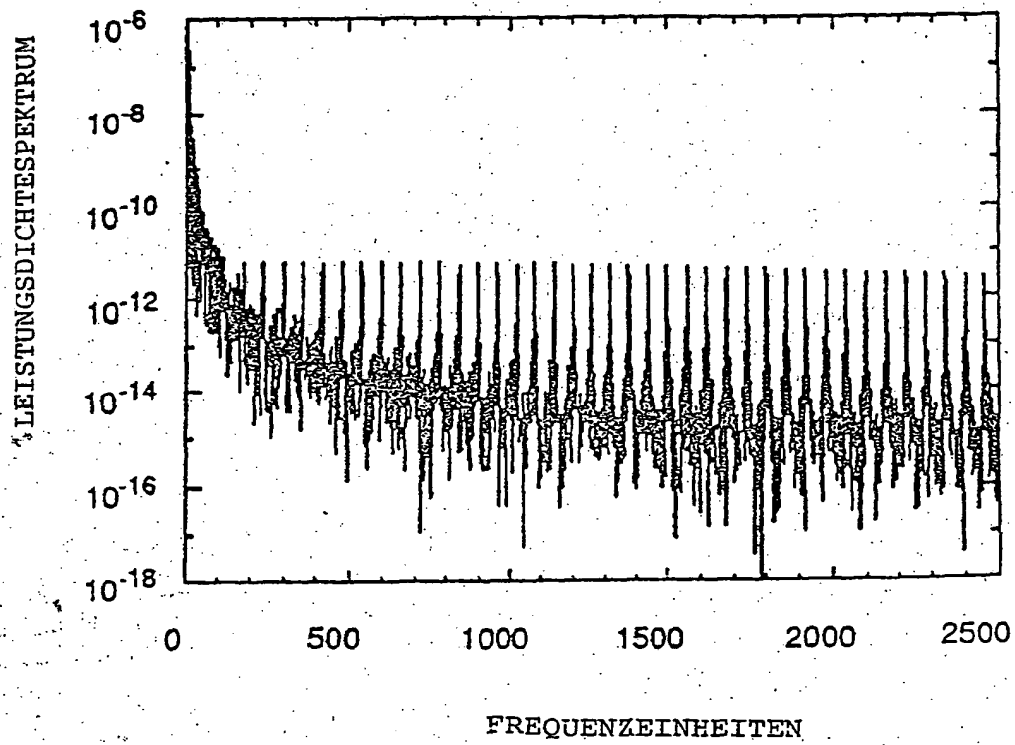


FIG. 6B